

## Szakmai beszámoló az OTKA 049157 pályázat zárójelentéséhez

Pályázatunk munkaterve mozaikos felépítésű volt, több, egymáshoz is kapcsolódó, de mégis megkülönböztethető résztémát ölelt fel. Valamennyi résztéma a gazda-parazita kapcsolatok és a tágon értelmezett, természettudományos szemléletű epidemiológia kérdéseivel kapcsolódik. Vizsgálataink evolúciós, ökológiai és viselkedéstudományi szemléletűek voltak. Munkánk metodikai fejlesztéseket tartalmazott, vagy új tudományos hipotézisek létrehozását célozta, illetve sok konkrét biológiai-epidemiológiai esettanulmányt is magába foglalt.

### 1. Vadon élő madárfajok tetvességének monitorozása

A tetvesség hosszú távú nyomonkövetésére közel két évtizede használtak egy egyszerű, jól bevált módszert. Füstifecskék (*Hirundo rustica*) tollazatán megjelenő lyukakat a *Machaerilaemus malleus* tetűfaj rágásnyomának tartották, és a lyukak számát a fertőzöttség egy egyszerű mérőszámának tekintették. Mi ezt a megközelítést nem fogadtuk el, mert egyrészt Európában a fecskék 95-100%-án megfigyelhetők e lyukak, másrészt a *Machaerilaemus malleus*-nak nincsen ismert európai előfordulása. Vizsgálataink kiderítették, hogy egy másik tetűfaj, a *Brueelia domestica* sokkal gyakoribb az európai fecskéken, mint azt korábban gondoltuk volna, és minden jel szerint e faj rágásnyomai az évtizedek óta ismert lyukak. A lyukak számával tehát egy másik faj általi fertőzöttség számszerűsíthető, nem pedig az, amit eddig véltek. Eredményeink ezzel átértelmezik azt másfél tucatnyi, világszerte jelentős szakfolyóiratokban megjelent publikációt, amelyek egy hibás előfeltevésen alapultak. Másrészt *Brueelia* tetvek és toll-lyukak sok más énekesmadár-fajon is előfordulnak, a módszer tehát ezek fertőzöttségének monitorozására is alkalmas (Vas Z, Csörgő T, Moller AP, Rózsa L 2008. *Journal of Parasitology*).

### 2. Madarak ivóvíz higiéniai adaptációi

Megállapítottuk, hogy kiindulási hipotézisünkkel szemben a vadon élő házigalambok nem mutatnak ivóvíz preferenciákat a víz húgysav és karbamid tartalmának függvényében. A húgysav és a karbamid a madarak illetve emlősök nitrogén-anyagcseréjének melléktermékei, ezért azt vártuk, hogy potenciális fertőzések indikátorai lehetnek (Oláh G, Rózsa L 2006. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*).

### 3. Zsúfoltság mérőszámok statisztikai elemzésének módszertana

A parazita zsúfoltsági értékek kétmintás tesztjének kidolgozása szerepelt a jelen pályázat munkatervében, de e kérdést már megoldottuk és publikáltuk még az elbírálás időszaka alatt. E pályázat keretein belül valósult meg a módszer beillesztése a *Quantitative Parasitology 3.0* programcsomagba, illetve az eljárás R függvény formájában való közzététele (<http://www.univet.hu/users/jreiczig/crowd/>), és ezzel az ingyenes hozzáférhetőség biztosítása. Másrészt adaptáltuk zsúfoltság-algoritmusainkat a csoportos életmódot élő, nem-élősködő állatok (pl. csoportos madarak és emlősök) csoportméreteinek elemzésére. Mindezt publikáltuk egy viselkedés-tudományi lapban és ingyenes szoftver formájában is elérhetővé tettük. (Reiczigel J, Lang Z, Rózsa L, Tóthmérés B 2008. *Animal Behaviour*).

### 4. Tolltetvek ivari testméret dimorfizmusának elemzése

Korábbi terveinkkel ellentétben végül e kérdést nem fajok közti komparatív elemzésben, hanem fajon belül, populációk közti vizsgálat által elemeztük. Megállapítottuk, hogy a nagy örgébicsen (*Lanius excubitor*) élő *Philopterus coarctatus* tetűfaj hímjeinek relatív potrohszélessége negatív összefüggést mutat a gazdaegyeden élő szubpopuláció méretével (tehát a zsúfoltsággal), miközben más testméretei, pl. páرزószervük méretei semmilyen összefüggést nem mutatnak a zsúfoltsággal. Ezt az összefüggést az ivari szelekció egyes mechanizmusai, illetve a táplálékért folyó versengés egyaránt okozhatták. Mivel ez az első ilyen jellegű vizsgálat élősködő rovarokon, ezért egyelőre nehéz az eredményeket értelmezni vagy általánosítani (Tryjanowski P, Adamski Z, Dylewska M, Bulkai L, Rózsa L 2009. *Journal of Parasitology* – közlésre elfogadva).

### 5. Biomatematikai fejlesztések az epidemiológiai eljárások terén

E területhez kapcsolódva jelent meg egyetemi tankönyvünk, mely elsősorban az alapismereteket tekinti át (Reiczigel J, Harnos A, Solymosi N 2007. *Biostatisztika nem statisztikusoknak*) és néhány releváns dolgozatunk (pl. Reiczigel J, Abonyi-Tóth Z, Singer J 2008. *Computational Statistics and Data Analysis*; Harnos A, Reiczigel J, Rubel F, Solymosi N 2006. *Applied Ecology and Environmental Research*). Továbbá számos metodikai

fejlesztést valósítottunk meg a kvantitatív parazitológia, a csoportméret-elemzések, és különösen a térbeli epidemiológia területén. E munkák végtermékei gyakran ingyenesen elérhető statisztikai szoftverek voltak (*Quantitative Parasitology 3.0; Flocker 1.1; maps2WinBUGS 1.6.0; SQLiteMap 0.3; PlumGen 1.0; TETYN 1.0.1*). Természetesen tisztában vagyunk azzal, hogy a tudományos kutatásban az ingyenes szoftver különös "publikációnak" számít. Bízunk abban, hogy a közeljövőben e szoftverek citáltsága fogja megmutatni, hogy közülük melyek hordoztak valódi tudományos értéket. E téren egyelőre az első a legsikeresebb – talán mert az egy korábbi OTKA-project továbbfejlesztése. A zárójelentés megírásáig erre 3 év alatt 11 citációt kaptunk az *ISI Web of Science*-ben. Egyes szoftvereket azonban rangos nemzetközi szakfolyóiratokban is publikáltunk (Solymosi N, Wagner SE, Speiser F, Allepuz Palau A 2009. *Journal of Statistical Software* – közlésre benyújtva).

#### 6. A gazda-parazita kapcsolat evolúciós-ökológiai elemzése

Elemeztük a madár és emlős gazdafajok vízi-vagy-szárazföldi életmódjának evolúciós léptékű hatását a tetveik fajgazdagságára (Felső B, Rózsa L 2006. *Journal of Parasitology*; Felső B, Rózsa L 2007. *Acta Parasitologica*). Leírtuk két rágcsáló-faj bagolyköpet-elkerülési viselkedését, mely vélhetően a kórokozók elkerülését szolgáló adaptáció (Sike T, Rózsa L 2006. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae*).

#### 7. A paraziták és más patogének vélhető szerepe az ember evolúciójában

Az általunk publikált hipotézisek szerint az emberben a magzat és az anya közt "vita" vagy "követelődzés" zajlik a többlet tápanyagért, melynek hatóanyaga a placentán keresztül az anyának küldött magzati béta-endorphin. Ugyanezt a mechanizmust alkalmazza számos endoparazita faj (*Trichinella spiralis*, *Ascarus lumbricoides* stb.) is, hogy a gazdáját többlet tápanyagok nyújtására készítse (Apari P, Rózsa L 2006. *Medical Hypotheses*). A magzati immun-sejtek az anyába vándorolva ott évtizedek fennmaradó immun-sejtvonalakat alapítanak, melyek érdekei olykor összeütközésbe kerülhetnek az anya érdekeivel, és így betegségekhez (spontán vetélés, női autoimmun betegségek) vezethetnek (Apari P, Rózsa L 2009. *Medical Hypotheses*). Továbbá úgy véljük, hogy az emberi intelligencia evolúcióját nem annak közvetlen adaptív értéke, hanem az emberi párválasztás során a fertőzések elleni rezisztenciát indikáló szignál jellege határozta meg (Rózsa L 2008. *Medical Hypotheses*).

## 8. Konkrét járványtani elemzések és esettanulmányok

Elemeztük a veszettség esetek számának időbeli lefutását az ellene történő immunizálás előtt és után, annak érdekében, hogy megállapítsuk a terjedés sajátosságait, megkönnyítve ezzel egy optimális immunizálási stratégia kidolgozását (Harnos A, Reiczigel J, Solymosi N, Vattay G 2006. *Journal of Theoretical Biology*). Részt vettünk a hazai kutyák kullancs-, *Babesia*- és *Borrelia*-fertőzöttségének térbeli elemzésében (Földvári G, Márialigeti K, Solymosi N, Lukács Z, Majoros G, Kósa JP, Farkas R 2007. *Parasitology Research*), kutyák bolha-fertőzöttségének térbeli elemzésében (Farkas R, Gyurkovszky M, Solymosi N, Beugnet F 2009. *Medical and Veterinary Entomology* – közlésre elfogadva), a hazai őzek papillomavírus fertőzöttségének térbeli elemzésében (Erdélyi K, Dencső L, Lehoczki R, Heltai M, Sonkoly K, Csányi S, Solymosi N 2009. *Veterinary Microbiology* – közlésre elfogadva), az Usutu-vírus terjedésének modellezésében (Reiczigel J, Brugger K, Rubel F, Solymosi N, Lang Z 2009. *Environmental Modelling and Software* – közlésre benyújtva), valamint a hőstressz okozta gazdasági károk prediktálásának kidolgozásában (Reiczigel J, Solymosi N, Könyves L, Maróti-Agóts Á, Kern A, Bartyik J 2009. *Magyar Állatorvosok Lapja* – közlésre elfogadva).

## 9. A biológiai fegyverek története és a biológiai biztonság kérdései

E kérdés már a jelen pályázatot megelőző pályázatban is szerepelt, mit az ember/patogén kapcsolatok egy egészen különös területe. Az e téren zajló kutatások jellegüknél fogva nem tervezhetők előre, de szerencsés véletlenek folytán sikerült új eredményeket elérni. Egyik dolgozatban kifejtettük azt az új nézetet, hogy a patogének eszközként való felhasználása nem valami ritka viselkedési aberráció, hanem az emberi agressziós viselkedési repertoár szerves része (Rózsa L 2009. *Medical Hypotheses*). Másrészt a patogén-fegyverek hazai történetének nyomai után kutatva a Magyar Országos Levéltárban véletlenül egy kábítószer-fegyverekkel kapcsolatos hazai kutatás-fejlesztési program nyomaira bukkantunk, melyet publikáltunk (Rózsa L 2009. *Substance Use & Misuse*).

A biológiai fegyverek egyes típusai, de különösen a biológiai aeroszol fegyverek tömegpusztító fegyvernek tekinthetők. Éppen ezért a biológiai biztonság alapvető kérdése, hogy jobban megértsük, és képesek legyünk pontosan prediktálni a ragályos vírusok és baktériumok aeroszol útján való terjedését. Ezáltal egyes munkáink potenciális

nemzetbiztonsági jelentőséggel is bírnak (pl. Solymosi N, Rubel F 2008. GIS based model for FMD. In: Joint ICTP-IAEA conference on predicting disease patterns according to climate changes, Miarmare-Trieste, Italy).

## 10. Zárszó

A pályázat eredeti munkatervében felvázolt területeken, és más, ahhoz közvetlenül és szervesen kapcsolódó kutatási területeken (gazda-parazita kapcsolatok evolúciós, ökológiai és viselkedéstudományi elemzése) számos kérdésben nemzetközileg rangos szakfolyóiratban publikált, illetve ilyen folyóiratokban máris rendszeresen citált eredményt értünk el. Ezek egy része metodológiai fejlesztés, más részük új tudományos hipotézis, és végül egy jelentős hányaduk konkrét esettanulmány volt.